



Effect of Organic Materials on the Growth and Some Nutrient Contents of Lettuce Plants under Salt Stress

Ceyhan Tarakçıoğlu^{1,a,*}

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ordu, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 01.08.2023 Accepted : 29.10.2023</p> <p>Keywords: Stress tolerance parameters Membran permeability Hazelnut husk compost Vermicompost Leonardite</p>	<p>In this study, the effects of different organic materials on the growth, some nutrient contents and stress tolerance parameters of Iceberg and Curly lettuce plants under salinity stress conditions were investigated. Vermicompost, hazelnut husk compost, low and high quality leonardite-based organic soil conditioners were applied to the soil at rate of 2%. Salinity stress was performed at three levels (0, 20 and 40 mM NaCl). The experiment was carried out according to the randomized plot design with 3 replications in the greenhouse. Under saline conditions, while the dry weights, membrane permeability, nitrate content, K/Na and Ca/Na ratios of the plants decreased regularly, proline, Na, Cl and Ca contents increased. When evaluated according to the stress tolerance parameters, it was found that the membrane permeability, proline, nitrate, K, Na, Ca contents and Ca/Na ratio of the plants were the best in hazelnut husk compost application, and the best in fresh-dry weights and Cl content in vermicompost application. Our results show that hazelnut husk compost and vermicompost mitigates the effects of salinity stress compared to leonardite.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(11): 2099-2109, 2023

Tuz Stresi Altında Marul Bitkisinin Gelişimi ve Bazı Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Organik Materyallerin Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 01.08.2023 Kabul : 29.10.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Stres tolerans parametreleri Membran geçirgenliği Fındık zuruf kompostu Vermikompost Leonardit</p>	<p>Bu çalışmada, farklı organik materyallerin tuz stresi altında yetiştirilen İnceberg ve Kıvrıkcık marul bitkisinin gelişimi, bazı besin maddesi içerikleri ve stres tolerans parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Toprağa vermicompost, fındık zuruf kompostu, düşük ve yüksek kaliteli leonardit bazlı organik toprak düzenleyicileri %2 oranında uygulanmıştır. Tuzluluk stresi üç seviyede (0, 20 ve 40 mM NaCl) gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak serada yürütülmüştür. Tuzlu koşullar altında bitkilerin kuru ağırlığı, membran geçirgenliği, nitrat içeriği, K/Na ile Ca/Na oranları düzenli olarak azalırken; prolin, Na, Cl ve Ca içerikleri artmıştır. Stres tolerans parametrelerine göre değerlendirildiğinde, bitkilerin membran geçirgenliği, prolin, nitrat, K, Na, Ca içerikleri ve Ca/Na oranlarının fındık zuruf kompostu uygulamasında, yaş-kuru ağırlık ve Cl içeriklerinin vermicompost uygulamasında en iyi olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlarımız fındık zuruf kompostu ve vermicompostun leonardite kıyasla tuzluluk stresinin etkilerini azalttığını göstermektedir.</p>

^a ctarakcioglu@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1846-2097>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Toprakta yüksek tuz konsantrasyonu doğrudan ve dolaylı olarak bitkilerin morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve metabolik adaptasyonunu etkilemektedir. Bitkiler üzerinde tuzluluğun zararlı etkileri, toprak çözeltisinin ozmotik potansiyelini düşürerek fizyolojik kuraklığa ve besin elementi alımında dengesizliğe neden olması ile tuz iyonlarının spesifik toksik etkisi şeklindedir. Bitkilerin tuzluluğa karşı ozmotik stres toleransı, sodyum ve klorun yapraktan dışlanması, sodyuma karşı doku toleransı ve klor birikimi şeklinde üç adaptasyon mekanizması geliştirdikleri bildirilmiştir (Bziouech ve ark., 2022; Kumari ve ark., 2022).

Toprak tuzluluğunun, iyonlar arasındaki dengeyi bozarak besin elementleri arasında rekabet yarattığı, P, Ca, K ve NO₃ alımını azalttığı, toprak çözeltisinde yüksek konsantrasyonlardaki Na ve Cl'un iyonik aktiviteyi bastırarak Na/Ca, Na/K, Ca/Mg, ve Cl/NO₃ oranının yükselmesine neden olduğu, Fe, Mn ve Cu'nun alımını artırdığı belirtilmiştir (Yağmur ve ark. 2022). Toprak tuzluluğunu azaltmak için kaliteli sulama suyu kullanımı ile inorganik gübre tüketiminin azaltılmasının yanı sıra toprak işleme yöntemleri kullanılmakta olup; organik tarım gibi alternatif tarımsal uygulamalar, toprakların korunması ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlayarak bitkilerin beslenmesini ve gelişimini artırmaktadır (Tahat ve ark., 2020).

Tuzdan etkilenmiş topraklarda biokömür, vermikompost, mikrobiyal gübre gibi organik gübrelerin toprağa önemli miktarda karbon sağladığı, mikrobiyal aktiviteyi artırdığı, (Gopinath ve ark., 2008), mineral parçacıkların agregatlaşmasına yardımcı olduğu (Diacono ve Montemurro, 2015), tuzluluğa neden olan iyonların organik gübrelerle kimyasal olarak birleşerek toprak özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir (Walpola ve Arunakumara, 2010). Bziouech ve ark. (2022), vermikompost uygulamasının tuzlu topraklarda anti-stres etkisi yaratıp toksik elementlerin zararını azaltarak tuzluluğun olumsuz etkisini hafiflettiğini belirtmişlerdir. Tarakçıoğlu ve Bender (2022), marul bitkisinin gelişimi ile besin maddesi içerikleri bakımından fındık zurufu ve fındık zurufu:torf ortamına %40 oranında vermikompost ilavesinin daha etkili olduğunu saptamışlardır. Marul bitkisinin toprak özellikleri bakımından pek seçici olmamakla birlikte, organik maddece yüksek, kumlu-tınlı ve derin topraklarda iyi gelişme gösterdiği, tuzluluğa karşı hassas olduğu bildirilmiştir (Kandemir ve Balkaya, 2022). Paes ve ark. (2023), marul yetiştiriciliğinde organik gübrelerin kimyasal gübrelere göre daha uzun süre yararlı besin maddesi sağladığını bildirmişlerdir.

Leonarditin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine çok yönlü olumlu etkileri sebebiyle organik gübre materyali olarak önemli bir alternatif olduğu belirtilmiştir (Taban ve Turan, 2012). Vermikompostun, toprak düzenleyicisi özelliğine sahip, yararlı bitki besin maddelerini içeren, bazı bitki hastalık ve zararlıların kontrolünde kullanılabilen çevreci ve ekonomik özelliğe sahip, bir çok olumlu etkileri ile normal komposttan daha üstün özellikleri olan organik bir gübre olduğu bildirilmiştir (Bellitürk, 2016; Wako ve Muleta, 2023). Fındık zurufu ise fiziksel ve kimyasal özellikleri ile önemli bir atık potansiyeli oluşturmakta olup; ülkemizde fındık

zurufu ve kompostunun tarımda kullanımına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Özenç, 2008; Dede ve ark., 2011; Kızılkaya ve ark., 2015; Gülser ve ark., 2017; Tarakçıoğlu ve Bender, 2022).

Yürütülen bu denemede düşük ve yüksek kaliteli leonardit ile birlikte uygulanan vermikompost ve fındık zurufu kompostunun tuzlu koşullar altında yetiştirilen Iceberg ve Kıvırcık marul çeşitlerinin gelişimi ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi araştırılmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme bitkisi olarak Iceberg (ice castle) ve Kıvırcık (Maritima) marul (*Lactuca sativa L.*) çeşitleri 1800 g toprak konulan saksılarda yetiştirilmiştir. Araştırmada düşük (DLE) ve yüksek (YLE) kaliteli olmak üzere 2 adet leonardit bazlı organik toprak düzenleyicisi ile birlikte vermikompost (VMK) ve Kızılkaya ve ark. (2014) tarafından biyoteknolojik tekniklerle mikroorganizma aşılama ve windrow yöntemine göre aerobik koşullarda elde edilen fındık zuruf kompostu (FZK) kullanılmıştır. Organik materyaller fırın kuru ağırlık üzerinden %2 oranında; tuz ise 0-20-40 mM düzeyinde NaCl'den sıvı olarak uygulanmıştır. Temel gübreleme olarak NPK 150-100-125 mg kg⁻¹ olarak Üre gübresi (%46) ile KH₂PO₄'ten tüm saksılara verilmiş ve fide dikiminden 100 gün sonra bitkiler hasat edilmiştir. Varyans analizine tabi tutulan verilerin ortalamaların karşılaştırılmasında çeşitler kendi içerisinde %5 önem seviyesinde Tukey testinden faydalanılarak Minitab 17 istatistik paket programına göre harflendirilmiştir.

Toprak ve organik materyallerin özellikleri ve analiz yöntemleri

Araştırmada kumlu tınlı tekstürlü, 7,80 pH'lı (1:2.5 saf su), %2,89 kireç içeren, organik madde ve toplam N içeriği %1,62 ve %0,053 olan, 5,70 mg kg⁻¹ bitkiye yararlı P, 0,183, 9,02 cmol kg⁻¹ ekstrakte edilebilir K ve Ca içeren toprak kullanılmış olup; toprak analizleri Kacar (2009) tarafından aktarılan yöntemlerle belirlenmiştir. Leonardit ve vermikompostun bazı özellikleri firma beyanına göre verilmiş; fındık zuruf kompostunun analizleri ise Kacar ve Kütük (2010) tarafından aktarılan metotlarla belirlenmiş olup; denemede kullanılan organik materyallerin bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Bitki analiz yöntemleri

Hasat edilen bitkilerde yaş ağırlık belirlendikten sonra çeşme suyu ve saf su ile yıkanmış, 65-70 °C'de kurutulup kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Nitrik asit ile kuru yakılan bitki örneklerinde toplam K, Na ve Ca analizleri Atomik Absorpsiyon Spektrometresi'nde (AAS)'de, bitkide Cl analizi titrimetrik Johnson ve Ulrich (1959) yöntemine göre Kacar ve İnal (2008) tarafından aktarılan metotlarla, kuru bitkide nitrat analizi Cataldo ve ark. (1975), kuru bitki yapraklarında prolin analizi Bates ve ark. (1973)'e göre yapılmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılan organik materyallerin bazı özellikleri
Table 1. Some properties of the organic materials used in the experiment

Organik Materyaller	Organik Madde, %	Humik asit + Fulvik asit, %	Toplam Azot, %	Elektriksel İletkenlik (EC) dS m ⁻¹	pH	Nem, %
DLE	45	40	-	-	5,5-7,5	35
YLE	75	65	-	-	3,5-5,5	22
VMK	20-25	10-15	0,6-0,9	5 (Maks)	6,5-7,5	22,5
FZK	94,75	-	2,48	3,56	6,76	17

Çizelge 2. Verilerin istatistiksel analiz sonuçları
Table 2. Statistical analysis results of the data

	Çeşit (C)	Gübre (G)	Tuz (T)	ÇxG	ÇxT	GxT	ÇXGXT
Yaş ağırlık	***	***	***	***	***	*	*
Kuru Ağırlık	öd	***	***	öd	öd	öd	öd
Membran Geçirgenliği	***	öd	***	öd	***	öd	öd
Prolin	***	***	***	***	***	öd	**
Sodyum	***	***	***	**	**	***	***
Klor	***	***	***	***	***	***	***
Nitrat	***	***	***	***	*	***	**
Potasyum	öd	***	***	öd	öd	***	öd
Kalsiyum	***	***	***	***	***	***	**
K / Na	***	***	***	***	***	***	***
Ca / Na	öd	***	***	***	***	***	***

*<0,05, **<0,01, ***<0,001, öd: önemli değil

Membran geçirgenliği için 1 g yaş bitki örneği alınarak üzerine 100 ml saf su konulmuş 3 saat bekletildikten sonra elektriksel iletkenliği (EC₁) ölçülmüştür. Aynı örnekler hot plate üzerinde ısıtılarak kaynamaya başladıktan 2 dakika sonra soğutulmuş ve elektriksel iletkenliği (EC₂) okunmuştur. Membran geçirgenliği (EC₁/EC₂)×100 formülünden hesaplanmıştır (Yan ve ark., 1996).

Stres tolerans parametreleri

Denemede kullanılan farklı organik materyallerin, tuzlu koşullar altında etkilerini ortaya koyabilmek için Farshadfar ve ark., (2013) tarafından bildirilen "stres tolerans parametrelerine" ait formüllerden hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

Bulgular

Araştırmada, tuz uygulama dozu, gübre çeşidi ve gübre × tuz interaksyonunun bitkisel parametreler üzerine istatistiksel bakımdan önemli etkilerde bulunduğu tespit edilmiş olup; bitki çeşitleri arasında kuru ağırlık, potasyum ve Ca/Na oranı hariç diğerlerinde de önemli farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 2).

Yaş ve Kuru Ağırlığı ile Membran Geçirgenliği ve Prolin Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

İceberg marul çeşidinde 20mM tuz dozunda vermikompost (VMK) ve fındık zuruf kompostunda (FZK) en yüksek yaş ağırlık elde edilirken; Kıvrıcık marul çeşidinde VMK ve yüksek kaliteli leonardit (YLE) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Organik materyal uygulaması ile İceberg marul çeşidinde kontrole göre 40mM tuz uygulamasında %24,9 ile %33,0 oranında değişim gözlenirken; en düşük oranda değişim yüksek (YLE) ve düşük (DLE) kaliteli leonarditten (%24,9 ve %28,9) elde edilmiştir. Kıvrıcık çeşitte ise bu değişim

%3,2-23,0 arasında olup; VMK ve YLE uygulamasında (%3,1 ve %9,8) daha düşük oranda azalma gerçekleşmiştir.

Marul bitkisinin kuru ağırlığı üzerine tuz ve gübre çeşitleri istatistiksel bakımdan önemli etkilerde bulunmuş olup, tuz uygulama dozları ile birlikte bitkinin kuru ağırlığı düzenli bir şekilde azalmıştır. En yüksek kuru ağırlık İceberg marul çeşidinde VMK ve DLE'de, Kıvrıcık çeşitte ise VMK ve YLE uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3). Kontrole göre kuru ağırlıktaki değişim İceberg'de %43,1-51,6, Kıvrıcık'ta %32,0-52,5 olarak belirlenmiş olup; İceberg marul çeşidinde FZK ve YLE uygulamalarında (%43,1 ve %47,4), Kıvrıcık çeşitte VMK ve YLE'de (%32,0 ve %37,8) daha düşük oranda kuru ağırlıkta azalma saptanmıştır.

Organik gübre çeşitlerinin bitki yapraklarının membran geçirgenliği üzerine etkisi önemsiz olup; tuz uygulama dozu ile birlikte membran geçirgenliği önemli düzeyde azalmıştır. Her iki çeşitte en yüksek membran geçirgenliği YLE ve VMK uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3). Kontrole göre değişim İceberg marul çeşidinde %31,2-64,1, Kıvrıcıkta %13,2-45,4 arasında gerçekleşmiş olup; en düşük azalma İceberg marul çeşidinde %31,2 ve 49,5, Kıvrıcık çeşitte ise %19,6 ve 13,2 oranında FZK ve VMK uygulamalarında gerçekleşmiş, yani tuzluluktan daha az oranlarda etkilenmiştir.

Bitkilerin prolin konsantrasyonu üzerine tuz dozu ve gübre çeşitlerinin istatistiksel bakımdan önemli farklar oluşturduğu ve tuz uygulama dozu arttıkça düzenli bir şekilde arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). İceberg marul çeşidinde en yüksek prolin FZK ve VMK'da, Kıvrıcık çeşitte ise FZK ve DLE'de genel değerlendirmede ise FZK ve VMK uygulamalarında gerçekleşmiştir. Bitkilerin prolin konsantrasyonundaki değişim İceberg marul çeşidinde %63,6-135,8, Kıvrıcık çeşitte %55,3-108,5 olarak gerçekleşmiş olup; kontrole göre İceberg'te VMK ve FZK'da (%63,6- 67,6), Kıvrıcık'ta FZK ve YLE'de (%55,3-87,9) düşük düzeyde değişim gözlenmiştir.

Çizelge 3. Tuz ve organik materyal uygulamalarının marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlık ile membran geçirgenliği ve prolin konsantrasyonu üzerine etkisi

Table 3. The effects of salt and organic materials applications on fresh and dry weight, membrane permeability and proline concentrations of lettuce plant.

Gübre Çeşidi	İceberg				Kıvırcık			
	Tuz Uygulama Dozu, mM							
	0	20	40	Ort.	0	20	40	Ort.
	Yaş Ağırlık, g							
DLE	73,7d-g*	75,6d-f	52,5h	67,2EF	80,2b-e	87,8a-c	68,9e-g	78,9C
YLE	68,2fg	73,6d-g	51,2h	64,3F***	88,4a-c	89,7ab	79,7b-e	85,9B
VMK	79,9b-e	87,7a-c	55,4h	74,3CD	92,5a	99,1a	89,5a-c	93,7A
FZK	78,0c-f	80,3b-e	52,3h	70,2DE	80,9b-d	78,3b-f	62,3gh	73,8CD
Ort.	75,0B**	79,3B	52,8C		85,5A	88,7A	75,1A	
	Kuru Ağırlık, g							
DLE	11,46	10,41	5,55	9,1	10,42	9,35	5,89	8,6
YLE	10,78	9,31	5,67	8,6	10,30	9,64	6,41	8,8
VMK	11,55	10,39	5,75	9,2	10,82	10,38	7,36	9,5
FZK	9,56	8,55	5,44	7,9	10,12	7,49	4,81	7,5
Ort.	10,84	9,67	5,60		10,42	9,22	6,12	
	Membran geçirgenliği, EC %							
DLE	34,8	20,5	12,5	22,6	20,4	16,9	15,2	17,5
YLE	37,4	21,8	16,9	25,4	25,0	15,8	13,6	18,1
VMK	37,0	23,2	18,7	26,3	21,5	19,5	17,3	19,4
FZK	32,1	27,4	22,1	27,2	21,0	19,8	18,2	19,7
Ort.	35,3A	23,2B	17,6CD		22,0BC	18,0CD	16,1D	
	Prolin, mmol kg ⁻¹							
DLE	0,92j	1,56gh	2,16cd	1,55C	0,95j	1,54gh	1,99d-f	1,49C
YLE	0,95j	1,46hi	2,21cd	1,54C	0,92j	1,22ij	1,74e-h	1,29D
VMK	1,68f-h	2,01de	2,75ab	2,15A	0,98j	1,79e-g	1,92d-f	1,56C
FZK	1,72e-h	2,19cd	2,88a	2,26A	1,57gh	1,94d-f	2,44bc	1,99B
Ort.	1,32E	1,81C	2,50A		1,11F	1,62D	2,02B	

Benzer küçük harf ile gösterilen Gübre çeşidi x Tuz dozu (*), aynı satır içerisinde benzer büyük harf ile gösterilen Tuz dozu (**), aynı sütun içerisinde benzer büyük harf ile gösterilen ise Organik materyal çeşitleri (***) ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark yoktur.

Çizelge 4. Tuz ve organik materyal uygulamalarının marul bitkisinin sodyum, klor ve nitrat içerikleri üzerine etkisi

Table 4. The effect of salt and organic materials applications on sodium, chlorine and nitrate contents of lettuce plant

Gübre Çeşidi	İceberg				Kıvırcık			
	Tuz Uygulama Dozu, mM							
	0	20	40	Ort.	0	20	40	Ort.
	Sodyum, %							
DLE	0,06h	0,81g	1,51a-c	0,80B	0,13h	0,90fg	1,39cd	0,81B
YLE	0,07h	1,05f	1,39cd	0,84B	0,13h	0,91fg	1,57a-c	0,87B
VMK	0,10h	1,00fg	1,42b-d	0,84B	0,12h	0,91fg	1,63a	0,89B
FZK	0,13h	1,07ef	1,37cd	0,85B	0,15h	1,27de	1,61ab	1,01A
Ort.	0,09D	0,98C	1,42B		0,13D	1,0C	1,55A	
	Klor, %							
DLE	0,21kl	2,75ı	4,04f	2,33E	0,23kl	4,08ef	5,15c	3,15B
YLE	0,13l	3,17h	4,35ef	2,55D	0,13l	3,58g	4,75d	2,82C
VMK	1,17j	3,21h	6,02a	3,47A	0,94j	3,63g	5,52b	3,36A
FZK	0,47kl	3,13h	4,42de	2,67CD	0,56k	4,38ef	5,48bc	3,47A
Ort.	0,49E	3,06D	4,71B		0,46E	3,92C	5,22A	
	Nitrat, %							
DLE	0,340d	0,306d-g	0,275d-g	0,307C	0,283d-g	0,242fg	0,232gh	0,252DE
YLE	0,339d	0,287d-g	0,252e-g	0,293C	0,290d-g	0,239fg	0,146ı	0,225EF
VMK	0,326de	0,268d-g	0,242fg	0,279CD	0,313d-f	0,156hı	0,125ı	0,198F
FZK	0,981a	0,695b	0,533c	0,736A	0,697b	0,346d	0,266dg	0,436B
Ort.	0,497A	0,389B	0,326C		0,396B	0,246D	0,192E	

Benzer küçük harf ile gösterilen Gübre çeşidi x Tuz dozu (*), aynı satır içerisinde benzer büyük harf ile gösterilen Tuz dozu (**), aynı sütun içerisinde benzer büyük harf ile gösterilen ise Organik materyal çeşitleri (***) ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark yoktur.

Çizelge 5. Tuz ve organik materyal uygulamalarının marul bitkisinin bazı besin maddesi içerikleri ile K/Na ve Ca/Na oranı üzerine etkisi

Table 5. The effects of salt and organic materials applications on some nutrient contents and K/Na and Ca/Na ratio of lettuce plant

Gübre Çeşidi	İceberg				Kıvırcık			
	Tuz Uygulama Dozu, mM							
	0	20	40	Ort	0	20	40	Ort
	Potasyum, %							
DLE	4,06	4,51	4,33	4,30	4,00	4,56	4,29	4,28
YLE	4,13	4,57	4,27	4,32	4,31	4,42	4,27	4,33
VMK	4,53	4,90	4,61	4,68	4,40	4,61	4,48	4,50
FZK	5,43	5,57	4,66	5,22	5,39	5,52	4,59	5,17
Ort.	4,54	4,89	4,47		4,52	4,78	4,41	
	Kalsiyum, %							
DLE	0,37mn	0,59ı-k	0,64g-j	0,54E	0,48k-m	0,72e-h	0,90cd	0,70D
YLE	0,38mn	0,46mn	0,52kl	0,45F	0,53jl	0,81de	0,96c	0,77C
VMK	0,36n	0,51kl	0,67f-ı	0,51E	0,60hk	0,76e-g	1,12b	0,83B
FZK	0,76e-g	0,91cd	0,96c	0,87B	0,79d-f	1,14b	1,37a	1,10A
Ort.	0,47E	0,62D	0,70C		0,60D	0,86B	1,08A	
	K/Na,							
DLE	64,5a	5,6d	2,9d	24,3A	32,4c	5,1d	3,1d	13,5D
YLE	59,5a	4,3d	3,1d	22,3A	33,7c	4,9d	2,7d	13,8D
VMK	44,9b	4,9d	3,3d	17,7B	35,7c	5,1d	2,8d	14,5CD
FZK	43,5b	5,2d	3,4d	17,4BC	35,4c	4,4d	2,9d	14,2D
Ort.	53,1A	5,0C	3,2C		34,3B	4,8C	2,9C	
	Ca/Na							
DLE	5,94ab	0,73f	0,43f	2,37AB	3,91e	0,80f	0,64f	1,79CD
YLE	5,50a-c	0,44f	0,38f	2,10BC	4,17de	0,88f	0,61f	1,89CD
VMK	3,60e	0,51f	0,47f	1,53D	4,91cd	0,84f	0,69f	2,15BC
FZK	6,09a	0,85f	0,70f	2,55A	5,17bc	0,90f	0,85f	2,31AB
Ort.	5,28A	0,63CD	0,49D		4,54B	0,86C	0,70CD	

Benzer küçük harf ile gösterilen Gübre çeşidi x Tuz dozu (*), aynı satır içerisinde benzer büyük harf ile gösterilen Tuz dozu (**), aynı sütun içerisinde benzer büyük harf ile gösterilen ise Organik materyal çeşitleri (***) ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark yoktur.

Sodyum, Klor ve Nitrat İçeriği Üzerine Etkisi

Gübre çeşidi ve tuz uygulamalarının marul bitkisinin Na içeriği üzerine etkisi önemli olup; tuz uygulama dozu arttıkça bitkilerin Na içeriği düzenli bir şekilde artmıştır. İceberg marul çeşidinde en yüksek Na içeriği DLE ve VMK'da; Kıvırcık çeşitte VMK ve FZK'da genel değerlendirmede ise FZK'da tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bitkilerin Na içeriğinde kontrole göre değişim İceberg'te %991-2286, Kıvırcık'ta %952-1219 arasında yüksek oranda gerçekleşirken; İceberg marul çeşidinde en düşük Na artışı FZK ve VMK'da (%991-1302), Kıvırcık marul çeşidinde FZK ve YLE'de (%952-1125) oranında gerçekleşmiştir.

Marul bitkisinin klor içeriği, tuz uygulaması ile birlikte bütün organik gübrelerde düzenli bir şekilde ve önemli düzeyde artış göstermiştir (Çizelge 4). Her iki çeşitte en yüksek klor içeriği VMK ve FZK uygulamalarından elde edilmiştir. Kontrole göre İceberg marul çeşidinde %416-3383, Kıvırcık'ta %489-3700 oranında değişim gözlenirken; her iki çeşitte VMK ve FZK'da %416-849 (İceberg) ve %489-874 (Kıvırcık) daha düşük oranda Cl artışı tespit edilmiştir.

Gübre çeşidi ve tuz uygulamasının marul bitkisinin nitrat içeriği üzerine etkisi istatistiksel bakımdan önemli olup, artan tuzlulukla birlikte marul bitkisinin nitrat içeriğinin düzenli bir şekilde azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4). Her iki çeşidin nitrat içeriği FZK uygulamasında belirgin bir şekilde yüksek bulunmuştur. Kontrole göre

bitkinin nitrat içeriğinde İceberg marul çeşidinde %23,5-84,2, Kıvırcık çeşitte % 22,0-161,7 oranında değişim gözlenirken; kontrole göre DLE ve YLE'de İceberg'te (%23,5-34,7) Kıvırcık'ta (%22,0-98,9) daha düşük oranda nitrat içeriğinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Potasyum, kalsiyum içerikleri ile Na ve Cl oranları

Tuzluluk ve gübre çeşitleri bitkinin K içeriği üzerine etkisi istatistiksel bakımdan önemli olup; marul bitkisinin K içeriği 20mM tuz uygulama dozundan sonra azalmıştır. Bitkilerin K içerikleri 40mM tuz dozunda İceberg marul çeşidinde FZK'de, Kıvırcık çeşitte ise YLE ve FZK uygulamalarında kontrolün altında gerçekleşmiştir. Her iki çeşitte FZK ve VMK uygulamalarında bitkinin K içerikleri daha yüksek olarak saptanmıştır (Çizelge 5). Kontrole göre bitkinin K içeriğinde en az değişim VMK'da (%1,8), en yüksek değişim DLE'de (%7) belirlenmiştir.

Tuz uygulama dozu arttıkça gübre çeşitlerine bağlı olarak bitkilerin Ca içeriklerinin düzenli bir şekilde arttığı saptanmış olup; tuzluluk ve organik gübreler istatistiksel bakımdan önemli etkilerde bulunmuştur. Her iki çeşitte FZK ve VMK'da bitkilerde en yüksek Ca içeriği belirlenmiştir (Çizelge 5). Kontrole göre bitkinin Ca içeriğinde değişim İceberg marulda %26,4-83,6, Kıvırcık marulda %73,9-84,8 oranında saptanmıştır. Her iki çeşitte en az değişim FZK ve YLE'de gözlenirken; İceberg'te %26,4-36,3, Kıvırcık'ta %73,9-79,6 oranında gerçekleşmiştir.

Çizelge 6. Stres tolerans parametrelerine göre verilerin değişimi
Table 6. Variation of data according to stress tolerance parameters

Veriler	Yp	Ys	YI	YSI	MP	GMP
İceberg marul çeşidi						
Yaş ağırlık	68.17-79.95	51.21-55.39	0.969-1.049	0.693-0.751	59.69-67.65	59.09-66.53
Kuru ağırlık	9.56-11.55	5.44-5.75	0.971-1.026	0.484-0.569	7.50-8.65	7.21-8.15
Membran geçirgenliği	32.14-37.38	12.51-22.12	0.712-1.259	0.359-0.688	23.66-27.84	20.87-26.67
Prolin	0.915-1.721	2.159-2.883	0.863-1.153	1.636-2.358	1.54-2.30	1.41-2.23
Sodyum	0.063-0.125	1.369-1.511	0.963-1.064	10.91-23.86	0.729-0.787	0.309-0.414
Klor	0.125-1.167	4.042-6.021	0.858-1.279	5.16-34.83	2.125-3.594	0.738-2.650
Nitrat	0.326-0.981	0.242-0.533	0.744-1.636	0.543-0.810	0.284-0.757	0.281-0.723
Potasyum	4.06-5.43	4.27-4.66	0.954-1.043	0.859-1.065	4.196-5.046	4.194-5.031
Kalsiyum	0.363-0.759	0.519-0.958	0.745-1.375	1.264-1.836	0.450-0.859	0.445-0.853
K/Na	43.51-64.49	2.87-3.41	0.910-1.080	0.045-0.078	23.46-33.68	12.09-13.62
Ca/Na	3.60-6.09	0.375-0.703	0.758-1.421	0.068-0.131	2.035-3.395	1.301-2.069
Kıvrıcık marul çeşidi						
Yaş ağırlık	80.17-92.46	62.30-89.49	0.830-1.192	0.770-0.968	71.58-9.98	70.98-90.96
Kuru ağırlık	10.12-10.82	4.81-7.36	0.786-1.203	0.475-0.680	7.468-9.092	6.98-8.93
Membran geçirgenliği	20.43-25.00	13.64-18.2	0.848-1.131	0.546-0.868	17.83-19.58	17.64-19.54
Prolin	0.925-1.573	1.738-2.442	0.860-1.209	1.553-2.085	1.331-2.008	1.268-1.960
Sodyum	0.123-0.153	1.391-1.626	0.899-1.051	10.53-13.19	0.758-0.879	0.416-0.495
Klor	0.125-0.938	4.75-5.52	0.985-1.057	589-38.00	2.438-3.229	0.771-2.275
Nitrat	0.283-0.697	0.146-0.266	0.651-1.386	0.382-0.819	0.218-0.482	0.198-0.431
Potasyum	4.00-5.39	4.27-4.59	0.969-1.042	0.853-1.072	4.141-4.991	4.138-4.975
Kalsiyum	0.485-0.785	0.896-1.365	0.827-1.259	1.739-1.484	0.691-1.075	0.659-1.035
K/Na	32.38-35.73	2.73-3.08	0.954-1.078	0.077-0.095	17.73-19.25	9.59-10.07
Ca/Na	3.91-5.17	0.612-0.851	0.876-1.218	0.140-0.165	2.279-3.008	1.588-2.097
Veriler	HM	STI	TOL	SDI	SSI	
İceberg marul çeşidi						
Yaş ağırlık	58.49-65.43	0.621-0.788	16.96-25.74	0.249-0.330	0.843-1.119	
Kuru ağırlık	6.94-7.67	0.443-0.565	4.12-5.91	0.431-0.516	0.893-1.067	
Membran geçirgenliği	18.41-26.21	0.349-0.570	10.02-22.30	0.312-0.641	0.620-1.274	
Prolin	1.29-2.16	1.136-2.852	(-1.07-1.25)	(-0.64-1.36)	0.709-1.516	
Sodyum	0.122-0.230	1.182-2.119	(-1.24-1.45)	(-9.9-22.9)	0.670-1.546	
Klor	0.243-1.955	2.25-29.03	(-3.83-4.85)	(-4.2-33.8)	0.484-3.939	
Nitrat	0.278-0.690	0.320-2.115	0.07-0.45	0.190-0.457	0.553-1.329	
Potasyum	4.192-5.017	0.853-1.228	(-0.08+0.77)	(-0.02-0.14)	(-1.14+9.00)	
Kalsiyum	0.440-0.847	0.899-3.305	(-0.14-0.30)	(-0.26-0.84)	0.542-1.719	
K/Na	5.504-6.33	0.124-0.158	40.09-61.62	0.922-0.955	0.979-1.015	
Ca/Na	0.703-1.261	0.061-0.154	3.13-5.51	0.869-0.932	0.959-1.028	
Kıvrıcık marul çeşidi						
Yaş ağırlık	70.38-90.95	0.690-1.133	2.96-18.57	0.032-0.141	0.265-1.897	
Kuru ağırlık	6.52-8.76	0.449-0.734	3.463-5.310	0.320-0.525	0.775-1.270	
Membran geçirgenliği	17.45-19.49	0.644-0.490	2.77-11.35	0.132-0.454	0.493-1.695	
Prolin	1.207-1.914	1.314-3.141	(-0.81-1.03)	(-0.55-1.09)	0.668-1.311	
Sodyum	0.229-0.279	9.96-14.08	(-1.27-1.50)	(-9.5-12.2)	0.889-1.137	
Klor	0.244-1.603	2.76-24.04	(-4.58-4.92)	(-4.9-37.0)	0.477-3.607	
Nitrat	0.179-0.385	0.250-1.184	0.051-0.431	0.181-0.618	0.351-1.199	
Potasyum	4.136-4.959	0.838-1.211	(-0.29+0.79)	(-0.07+0.15)	(-5.80+2.85)	
Kalsiyum	0.629-0.997	1.200-2.962	(-0.41-0.58)	(-0.74-0.85)	0.922-1.059	
K/Na	5.047-5.627	0.078-0.086	29.30-32.97	0.905-0.923	0.987-1.006	
Ca/Na	1.068-1.461	0.122-0.213	3.269-4.314	0.835-0.860	0.987-1.016	

Bitkilerde K/Na oranı, tuz uygulama dozu ile birlikte sodyum miktarı arttıkça belirgin bir şekilde azalmış ve gübre çeşidi ile tuzluluk önemli düzeyde etkilemiştir. İceberg marul çeşidinde en yüksek K/Na oranı DLE ve YLE'de; Kıvrıcık çeşitte ise VMK ve FZK da saptanmıştır. İceberg marul çeşidinde 0mM tuz uygulama dozunda K/Na oranı ortalama 53,1 iken, tuz uygulaması ile birlikte 5,0 ve 3,2 ye düşmüş, Kıvrıcık çeşitte bu oran sırasıyla 34,3-4,8-2,9 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Bitkilerin K/Na oranlarına organik gübre çeşitlerinin etkisi kontrole göre İceberg'te %92,2-95,5, Kıvrıcık'ta %90,5-92,3 arasında değişim göstermiştir.

Tuzluluk ve organik gübre çeşitleri bitkilerin Ca/Na oranını istatistikî bakımdan önemli düzeyde etkilemiş olup; artan tuz uygulamaları ile birlikte Ca/Na oranının azaldığı tespit edilmiştir. (Çizelge 5). İceberg marul çeşidinde bu oran en yüksek FZK ve DLE'de, Kıvrıcık çeşitte ise FZK ve VMK da 0mM tuz uygulama dozunda saptanmıştır. İceberg marul çeşidinde tuz uygulamasıyla birlikte bitkilerin Ca/Na oranı ortalama 5,28-0,63-0,49, Kıvrıcık çeşitte 4,54-0,86-0,71 şeklinde azalmıştır. Bitkilerin Ca/Na oranındaki değişim kontrole göre organik gübre çeşitlerinde (İceberg'te %86,9-93,2, Kıvrıcık'ta %83,5-86,0) benzer olmuştur.

Çizelge 7. Organik materyallerin stres tolerans parametreleri içerisinde önem sıralaması

Table 7. Importance of organic materials within stress tolerance parameters

Veriler	Yp	Ys	YI	YSI	MP	GMP	HM	STI	TOL	SDI	SSI
İceberg marul çeşidi											
Yaş ağırlık	VMK >FZK	VMK >DLE	VMK >DLE	YLE> DLE	VMK >FZK	VMK >FZK	VMK >FZK	VMK >FZK	YLE< DLE	YLE< DLE	YLE< DLE
Kuru ağırlık	VMK >DLE	VMK >YLE	VMK >YLE	FZK> YLE	VMK >DLE	VMK >DLE	VMK >DLE	VMK >DLE	FZK< YLE	FZK< YLE	FZK< YLE
Membran geçirgenliği	YLE> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	VMK >YLE	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK< VMK	FZK< VMK	FZK< VMK
Prolin	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	DLE> YLE	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	VMK <FZK	VMK <FZK	VMK <FZK
Sodyum	FZK> VMK	DLE> VMK	DLE> VMK	DLE> YLE	DLE> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK< VMK	FZK< VMK	FZK< VMK
Klor	FZK> VMK	VMK > FZK	VMK > FZK	YLE> DLE	VMK > FZK	VMK > FZK	VMK > FZK	VMK > FZK	DLE< FZK	VMK <FZK	VMK <FZK
Nitrat	FZK> DLE	FZK> DLE	FZK> DLE	DLE> VMK	FZK> DLE	FZK> DLE	FZK> DLE	FZK> DLE	DLE< VMK	DLE< VMK	DLE< VMK
Potasyum	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	DLE> YLE	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	VMK <YLE	VMK <YLE	VMK <YLE
Kalsiyum	FZK> YLE	FZK> VMK	FZK> VMK	VMK >DLE	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> DLE	FZK> VMK	YLE< FZK	FZK< YLE	FZK< YLE
K/Na	DLE> YLE	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	DLE> YLE	DLE> YLE	FZK> VMK	DLE> YLE	FZK< VMK	FZK< VMK	FZK< VMK
Ca/Na	FZK> DLE	FZK> VMK	FZK> VMK	VMK > FZK	FZK> DLE	FZK> DLE	FZK> VMK	FZK> DLE	VMK <YLE	VMK <FZK	VMK <FZK
Kıvırcık marul çeşidi											
Yaş ağırlık	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK <YLE	VMK <YLE	VMK <YLE
Kuru ağırlık	VMK >DLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK >YLE	VMK <YLE	VMK <YLE	VMK <YLE
Membran geçirgenliği	YLE> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK< VMK	FZK< VMK	FZK< VMK
Prolin	FZK> VMK	FZK> DLE	FZK> DLE	DLE> VMK	FZK> DLE	FZK> DLE	FZK> VMK	FZK> DLE	YLE< FZK	FZK< YLE	FZK< YLE
Sodyum	FZK> YLE	VMK >FZK	VMK >FZK	VMK >YLE	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> YLE	FZK> VMK	DLE< YLE	FZK< DLE	FZK< DLE
Klor	VMK >FZK	VMK >FZK	VMK >FZK	YLE> DLE	VMK >FZK	VMK >FZK	VMK >FZK	VMK >FZK	VMK <YLE	VMK <FZK	VMK <FZK
Nitrat	FZK> VMK	FZK> DLE	FZK> DLE	DLE> YLE	FZK> DLE	FZK> DLE	FZK> DLE	FZK> DLE	DLE< YLE	DLE< YLE	DLE< YLE
Potasyum	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	DLE> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	YLE< VMK	YLE< VMK	YLE< VMK
Kalsiyum	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	DLE> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	DLE< YLE	FZK< YLE	FZK< YLE
K/Na	VMK >FZK	DLE> FZK	DLE> FZK	DLE> FZK	VMK >FZK	FZK> DLE	DLE> FZK	FZK> DLE	DLE< YLE	DLE< FZK	DLE< FZK
Ca/Na	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> DLE	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	FZK> VMK	DLE< YLE	DLE< FZK	DLE< FZK

Stres tolerans parametreleri üzerine etkisi

İceberg ve Kıvırcık marul çeşitlerinin stres tolerans parametrelerine ait verilerin değişim aralığı Çizelge 6'da verilmiştir. Bu çizelgede değerler her bir parametreye göre farklı aralıklarda değişim göstermekte olup; bu veriler bilgi amaçlı sunulmuştur. Çizelgede sunulan TOL, SSI ve SSI değerlerinde en düşük, diğerlerinde ise en yüksek değerler stres koşullarından en az etkileneni ifade etmektedir. Çizelge 7'de ise İceberg ve Kıvırcık marul çeşitlerinin stres tolerans parametrelerinden birinci ve ikinci sırada yer alan organik materyaller değerlendirilmeye tabi tutulmuştur.

İceberg marul çeşidinin prolin, sodyum, klor, nitrat, potasyum, kalsiyum içerikleri ile Ca/Na oranının FZK uygulamasında 7 adet parametre ile en yüksek Yp değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7). VMK'da ise yaş ve kuru ağırlıklarında en yüksek Yp değerine ulaşılmıştır. Yine FZK'da en yüksek Ys ve YI değerleri 7 adet parametrede 1. sırada yer alırken; VMK'da 3 adet parametrede 1. sırada yer almıştır. YSI değerlerinde en fazla DLE uygulamasında 4 adet ile 1.sırada yer alırken FZK 3 adet ve VMK 2 adet ile 1.sırada yer almıştır. FZK uygulaması MP'de 5 adet, GMP'de 7 adet, HM'de 8 adet,

STI'da 7 adet; VMK ise aynı şekilde 4, 3, 3, 3 adet ile 1.sırada öneme sahip olduğu belirlenmiştir. FZK'nın TOL, SSal ve SSI stres parametrelerinde en düşük değere sahip olduğu ve sırasıyla 4-5-5 adet ile; VMK'nın ise 3, 4, 4 şeklinde 1.sırada yer aldığı saptanmıştır. Diğer taraftan 11 adet stres tolerans parametreleri içerisinde FZK'nun membran geçirgenliği ve Ca bakımından 9, prolin, Na, nitrat, K, K/Na, Ca/Na 7 adet ile en fazla sayıda stres tolerans indekslerine sahip iken; VMK'da yaş ve kuru ağırlıkta 7, bitkinin Cl içeriğinde 8 adet olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak İceberg marul çeşidinde FZK'nın tüm stres parametreleri içerisinde %53,7 oranı ile 1.öneme sahip olduğu; VMK'da ise bu oranın %28,1 olduğu yani FZK uygulamasının bitkilerin tuza dayanıklılıklarını artırdığı belirlenmiştir. DLE'de bu oran %12,4, YLE'de ise %5,8 olarak saptanmıştır.

Kıvrıkcık marul çeşidinin prolin, sodyum, nitrat, potasyum ve kalsiyum içerikleri ile Ca/Na oranının FZK uygulamasında 6 adet parametre ile en yüksek Yp değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7). VMK'da ise yaş ve kuru ağırlık, bitkinin klor içerikleri ile K/Na oranında en yüksek Yp değerine ulaşılmıştır. Yine FZK'da en yüksek Ys ve YI değerleri 6 adet parametrede 1. sırada yer alırken; VMK'da 4 adet parametrede 1. sırada yer almıştır. YSI değerlerinde en fazla DLE uygulamasında 5 adet ile 1.sırada yer alırken FZK 2, VMK 3 adet ile 1.sırada yer almıştır. FZK uygulaması GMP ve STI'da 8 adet, MP ve HM'de 7 adet ile 1.sırada öneme sahip olduğu belirlenmiştir. VMK'nın TOL, SSal ve SSI stres parametrelerinde en düşük değere sahip olduğu ve 3'şer adet ile 1.sırada yer aldığı saptanmıştır. FZK'da ise 1-4-4 adet şeklinde sıralanmıştır. Diğer taraftan 11 adet stres tolerans parametreleri içerisinde FZK'nun membran geçirgenliğinde 10, prolin ve Ca içeriklerinde 9, Ca/Na oranında 8, Na, nitrat, K içeriklerinde 7 adet ile en fazla sayıda stres tolerans indekslerine sahip iken; VMK'da yaş ve kuru ağırlıkta 11, bitkinin Cl içeriğinde 10 adet olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak Kıvrıkcık marul çeşidinde FZK'nın tüm stres parametreleri içerisinde %48,8 oranı ile 1.öneme sahip olduğu; VMK'da ise bu oranın %30,6 olduğu yani FZK uygulamasının bitkilerin tuza dayanıklılıklarını artırdığı belirlenmiştir. DLE'de bu oran %17,3, YLE'de ise %3,3 olarak saptanmıştır.

Her iki çeşidi birlikte değerlendirdiğimizde, FZK uygulamasının membran geçirgenliği, prolin, Na, nitrat, K, Ca içerikleri ile Ca/Na oranında; VMK uygulamasında ise yaş ve kuru ağırlık ile birlikte bitkinin Cl içeriklerinde en iyi stres tolerans parametrelerine sahip olduğu belirlenmiş olup; sonuç olarak FZK ve VMK uygulamalarının bitkilerin tuza karşı dayanıklılıklarını artırdığı tespit edilmiştir.

Tartışma

Tuzlu koşullar altında organik materyal uygulamaları bitkinin gelişimi ile bazı besin maddesi içerikleri üzerine önemli etkilerde bulunmuştur. Marul bitkisinin kuru ağırlığı tuz uygulamasıyla düzenli bir şekilde azalırken, yaş ağırlığı yüksek tuz uygulama dozunda azalmıştır. Aşırı tuz stresi altında bitki gelişiminin azalmasını, bitkilerde sitokin hormonundaki azalmayla (Kacar ve ark., 2020), fotosentez oranındaki azalma ve bitkinin yüksek Na ve Cl içeriklerindeki artışla (Shin ve ark., 2020) ve NaCl'nin

toksik etkisinden sakınmak için enerji sarfetmesi ve besin element yararıyla azalmasıyla (Tammam ve ark., 2023) açıklamışlardır. Tuzlu koşullar altında bitkilerin yaş ve kuru ağırlığının azaldığına dair benzer araştırma sonuçları farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Korkmaz ve ark. 2020; Bres ve ark. 2022). Papathonasiou ve ark., (2012) ile Dugan ve Jones (2016), vermikompostun; Kabay ve ark., (2018) peat:perlit ortamına ilave edilen vermikompostun; Tuğa vd. (2021) vermikompost ve gidyanın; Tarakçıoğlu ve Bender (2022) fındık zuru ile fındık zuru: torf karışımına ilave edilen vermikompostun marul bitkisinde; Libutti ve ark. (2020) vermikompostun pazı bitkisinde; Sarıyıldız (2020) leonarditin sarımsakta bitki gelişimi üzerine önemli etkilerde bulduklarını saptamışlardır. ElFayomy ve ark., (2021) marulda humik asit, El-Dakak ve ark., (2021) baklada vermikompost, Bziouech ve ark., (2022) domateste vermikompost uygulamalarının verim ve verim öğelerini artırdığını tespit etmişlerdir.

Marul bitkisinin membran geçirgenliği tuz uygulama dozlarıyla birlikte azalmış olup, organik gübrelere etkisi önemsiz bulunmuştur. Rafiq ve Nusrat (2009), tuz konsantrasyonu artıkça mısır bitkisinin yaprak su potansiyelinin ve osmotik potansiyelin azaldığını, organik gübre kullanımının ise osmotik potansiyeli artırarak mineral absorpsiyonunun artırdığını bildirmişlerdir. Xu ve Mou (2016), VMK uygulamalarının ıspanak bitkisinin morfolojik özellikleri ile yaprak su potansiyeli, klorofil ve fotokimyasal etkinliğini artırdığını tespit etmişlerdir. Benazzouk ve ark., (2020) domateste sıvı vermikompostun, bitkinin stomal iletkenliğini ve membran geçirgenliğini azaltarak tuz stresinin olumsuz etkisini hafiflettiğini bildirmişlerdir. Tunçtürk ve ark., (2020), tuz uygulamalarının bakla bitkisi yapraklarının membran dayanıklılık indeksini azalttığını, humik asit dozlarının artırdığını bildirmişlerdir.

Organik materyallerin bitkinin prolin konsantrasyonu üzerine etkisi birbirinden farklı olmuş; artan tuz uygulama dozlarıyla birlikte artmıştır. Güneş ve ark., (2000), marul gibi tuz sevmeyen bitkilerde Cl içeriklerinin Na içeriklerinden yüksek olduğu, bitkilerin adaptasyon mekanizması olarak prolin gibi organik bileşikler sentezlediğini veya Ca, K ve nitrat alımının artarak bitkilerin osmotik basıncı artırdığı bildirilmiştir. Acosta-Motos ve ark., (2017) rizosferdeki yüksek tuzluluğun yararıyla suyu azalttığını, bitkilerin bunu dengelemek için tuzluluk stresine uyum stratejileri olarak osmotik potansiyellerini düşürdüğünü ve daha fazla miktarda prolin biriktirdiğini bildirmişlerdir. Tarakçıoğlu ve İnal (2002), Bartha ve ark., (2015) ve Shin ve ark., (2020) tuzlu koşullar altında marul bitkisinin prolin konsantrasyonunu artırdığını tespit etmişlerdir. El-Dakak ve ark., (2021), vermikompost uygulamasının tuzlu koşullar altında prolin konsantrasyonunu azaltarak tuz stresini hafiflettiğini bildirmişlerdir.

Tuz uygulama dozlarıyla birlikte marul bitkisinin Na ve Cl içerikleri artmış olup; bitki ve gübre çeşidi ile tuz uygulaması önemli etkilerde bulunmuştur. Maksimovic ve Ilin (2012), tuzlu koşullar altında yüksek konsantrasyondaki Na ve Cl iyonlarının hücre membranlarının yapısını ve fonksiyonunu tahrip ettiğini, bitkilerin mineral beslenmesinin membran taşıyıcılarının aktivitesine bağlı olduğunu, hücrelerin kimyasal

kompozisyonundaki bu değişimin bazı mutlak gerekli besin elementlerinin (Ca, K, N, P) noksanlığına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Artan dozlarda tuz uygulamalarının marulda (Bartha ve ark. 2015; Ondrasek ve ark. 2021), çilekte (Demiral 2017) bitkilerin Na ve Cl içeriklerinin arttırdığı bildirilmiştir. Ahmadi ve Akbari (2021), tuzlu koşullar altında sıvı vermikompost uygulamasının biber kökünün Na içeriğini arttırdığını, yaprakta ise azalttığını; ElFayomy ve ark. (2021) ise tuz ve humik asit uygulama dozunun artışı ile marul bitkisinin Na alımının azaldığını saptamışlardır.

Marul bitkisinin nitrat içerikleri artan tuz uygulama dozuyla birlikte azalmış olup; gübre çeşitleri arasında önemli farklar tespit edilmiştir. Tuzlu koşullar altında su alımındaki azalmayla birlikte bitkilerin nitrat içeriklerinin azaldığı, tuza dayanıklı bitkilerin hassas olanlara göre daha fazla nitrat biriktirdiği bildirilmiştir (Maksimovic ve Ilin 2012). Liu ve Shelp (1996) özellikle marul gibi nitrate akümülatör sebzelerin nitrat içeriklerini azaltmak için Cl uygulamasının ticari strateji olarak kullanıldığını; Bres ve ark. (2022) ise bitkilerde nitrat birikiminin azotlu gübrelemeye, ışık intensitesine ve bitkinin fizyolojik yaşına bağlı olarak değiştiğini, yüksek miktarda klorun nitrat absorpsiyonunu ve yapraklarda birikimini azalttığını bildirmişlerdir. Araştırma bulgularımızla benzer şekilde Tarakcioglu ve İnal (2002), Gül ve ark. (2020) tuzlulukla birlikte marul bitkisinin nitrat içeriğinin azaldığını; Altunlu (2021) ise vermikompost uygulamasının kimyasal gübreye göre marulun nitrat içeriğini daha düşük oranda arttırdığını tespit etmişlerdir.

Artan tuz uygulama dozlarıyla birlikte marul bitkilerinin Ca içerikleri düzenli bir şekilde artarken, K içerikleri 20mM tuz uygulama dozundan sonra azalmıştır. Potasyumdaki bu azalmayı Rafiq ve Nusrat (2009) belirttiği gibi organik gübre kullanımının osmotik potansiyeli artırarak mineral absorpsiyonunu arttırmasıyla ilişkilendirilebiliriz. Bhatt ve ark. (2008), tuz uygulamalarının bitkinin K içeriğinde artışa sebep olduğunu; Akhazari ve ark. (2016), VMK uygulamaları ile bitkinin K içeriğinin arttığını, tuz uygulama dozu ile azaldığını; Bartha ve ark. (2015), tuz uygulamaları ile marul çeşitlerinin K ve Ca içeriklerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Beykhhormizi ve ark. (2016) tuz uygulaması ile fasulye yapraklarının Ca içeriğinin azaldığını, fakat yüksek dozda uygulanan vermikompostun (%75) yaprakların Ca içeriğini önemli düzeyde arttırdığını tespit etmişlerdir. Tammam (2023), VMK'un toprağın su tutma kapasitesini iyileştirerek toprakta K taşınımını ve bitki köklerindeki yarayışlılığını arttırmasıyla ilişkilendirmiş olup; VMK'un bitki gelişim hormonlarını, makro ve mikro elementleri ve yüksek su tutma kapasitesi teşvik ederek tuzun zararlı etkisini hafiflettiğini bildirmişlerdir.

Marul bitkisinin K/Na ve Ca/Na oranları artan tuz uygulama dozlarıyla birlikte belirgin bir şekilde azalmıştır. Bitki yapraklarında K/Na ve (K+Ca+Mg)/Na oranları tuzlu koşullar altında iyi bir indikatör olarak kabul edilmektedir. Kacar ve ark. (2020), toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonunun artışı ile bitkilerin daha az su aldığını; ortamdaki Na konsantrasyonunun artışı ile birlikte protoplazmada iyon dengesinin (Ca+K/Na) bozulduğunu, enzim aktivitesinin azalarak protein sentezinin gerilediğini, membran permeabilitesinin azaldığını bildirmişlerdir. Badr (2020), tuzlu koşullar altında

vermikompostun N ve K alımını teşvik ettiğini, K/Na oranının azalttığını, kökler tarafından Ca alımını arttırdığını bildirmiştir. Demir ve Kıran (2020), tuz uygulamaları ile marulun K içeriği ile K/Na oranının azaldığını, vermikompost uygulaması ile arttığını; yine tuzlulukla bitkinin Ca içeriğinin önemsiz düzeyde arttığını, Ca/Na oranının ise azaldığını tespit etmişlerdir. El-Dakak ve ark. (2021), tuzlu ve tuzsuz koşullar altında vermikompost uygulamasının bakla bitkisinin kök ve gövdenin Ca içeriği ile K/Na oranını kontrolün üzerinde arttırdığını tespit etmişlerdir. Ondrasek ve ark. (2021), marul bitkisinin K/Na oranının 20mM tuz uygulamasında belirgin bir düşüş olduğunu, kalsiyumun bitkilerin sodyum alımının düzenlenmesinde çok önemli rol oynadığını, plazma zarına bağlanarak ve katyon bloke ederek iyonik stresi azalttığını, tuz stresi altında bitkilerin Ca/Na oranının düştüğünü belirtmişlerdir.

Marul bitkisine ait verileri, stres tolerans parametrelerine göre değerlendirdiğimizde FZK ve VMK uygulamalarının olumlu etkisinin olduğu, yani tuzluluk zararını hafiflettiği belirlenmiştir. Kiyas (2020), artan tuz uygulaması ile birlikte sürgün uzunluğu bakımından tuza tolerans indeksinin göreceli olarak düştüğünü, ancak leonardit uygulamasının arttırdığını, yüksek dozda tuz uygulamasında (150 mM) çimlenme gerçekleşmezken 40 g kg⁻¹ leonardit uygulamasının tuza tolerans indeksinin %65,33'e çıktığını belirlemişlerdir.

Sonuç

Bitki çeşitleri arasında kuru ağırlık, potasyum içeriği ve Ca/Na oranı hariç diğer özellikler bakımından istatistiki bakımdan önemli farklar tespit edilmiştir. Tuz uygulama dozunun istatistiki bakımdan tüm özellikler üzerine etkisinin önemli olduğu, gübre çeşitlerinin ise sadece membran geçirgenliği hariç önemli etkilerde bulunduğu saptanmıştır. Artan tuz uygulama dozlarıyla birlikte marul bitkilerinin kuru ağırlığı, kuru madde oranı, membran geçirgenliği, nitrat içeriği, K/Na ile Ca/Na oranları düzenli bir şekilde azalırken; prolin, Na, Cl ve Ca içerikleri düzenli bir şekilde artmıştır. Bitkinin yaş ağırlığı ile K içeriği 20mM tuz uygulama dozundan sonra azalmıştır.

Marul bitkisine ait verileri hem stres tolerans parametrelerine hem de tuzlu ve tuzsuz koşullardaki değişim oranlarına göre kıyasladığımızda, fındık zuruf kompostunun ve vermikompostun önemli etkilerde bulunduğu saptanmıştır. Gerek çalışma sonuçlarımız ve gerekse literatür bulguları neticesinde, tuzlu koşullar altında organik materyallerin yüksek dozda uygulanmasının bitki gelişimi üzerine etkisinin daha fazla olacağı yani tuzluluğun olumsuz etkisini hafifleteceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Acosta-Motos JR, Ortuno MF, Bernal-Vicente A, Diaz-Vivancos P, Sanchez-Blanco MJ, Hernandez JA. 2017. Plant responses to salt stress: Adaptive Mechanisms. *Agronomy* 7(1): 18. <https://doi.org/10.3390/agronomy7010018>
- Ahmadi N, Akbari E. 2021. The preventive impact of vermikompost on bell pepper (*Capsicum annuum L.*) salinity resistance: An evaluation. *African Journal of Agricultural Research*, 17(1): 46-56. doi: 10.5897/AJAR2020.14920

- Akhzari D, Pessaraki M, Khedmati M. 2016. Effects of vermicompost and salinity stress on growth and physiological traits of *Medicago rigidula L.* Journal of Plant Nutrition, 39(14): 2106-2114. doi: 10.1080/01904167.2016.1193609.
- Altunlu H. 2021. Mikrobiyal gübre ve vermicompost uygulamalarının baş salata (*Lactuca sativa L. var capitata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve nitrat içeriğine etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences, 34(1): 135-140. doi: 10.29136/mediterranean.801439
- Badr GS. 2020. Combined Effects of Vermicompost and Salinity on Growth, Biochemical and Molecular Traits of *Vicia Faba*. MSc Thesis. Faculty of Science. Alexandria University, Alexandria, Egypt.
- Bartha C, Fodorpataki L, Martinez-Ballesta MC, Popescu O, Carvajal M. 2015. Sodium accumulation contributes to salt stress tolerance in lettuce cultivars. Journal of Applied Botany and Food Quality, 88: 42–48. doi: https://doi.org/10.5073/JABFQ.2015.088.008
- Bates SL, Waldren RP, Teare ID. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39(1): 205-207. http://dx.doi.org/10.1007/BF00018060
- Bellitürk K. 2016. Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermicompost teknolojisi. Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi (Özel Sayı), 31(3): 1-5.
- Benazzouk S, Dobrev PI, Djazouli ZE, Motyka V, Lutts S. 2020. Positive impact of vermicompost leachate on salt stress resistance in tomato (*Solanum lycopersicum L.*) at the seedling stage: A phytohormonal approach. Plant Soil, 446(5): 145–162. Doi:10.1007/s11104-019-04361-x
- Beykkhormizi A., Abrishamchi P, Ganjeali A, Parsa M. 2016. Effect of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical traits of bean (*Phaseolus vulgaris L.*) under salinity stress. Journal of Plant Nutrition 39 (6):883–93. doi: 10.1080/01904167.2015.1109104.
- Bhatt M J, Patel AD, Bhatti PM, Nath-Pandey A. 2008. Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Ziziphus mauritiana (Rhamnaceae)*. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 16: 383–401.
- Bziouech SA, Dhen N, Helaloui S, Ammar IB, Dridi BAM. 2022. Effect of vermicompost soil additive on growth performance, physiological and biochemical responses of tomato plants (*Solanum lycopersicum L. var. Firenze*) to salt stress. Emirates Journal of Food and Agriculture, 34(4): 316-328. doi: 10.9755/ejfa.2022.v34.i4.2844
- Bres W, Kleiber T, Markiewicz B, Mieloszyk E, Mieloch M. 2022. The effect of NaCl stress on the response of lettuce (*Lactuca sativa L.*). Agronomy 12(2): 244. https://doi.org/10.3390/agronomy12020244
- Cataldo DA, Maroon, M, Schrader LE, Youngs VL. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun.soil Science and plant analysis 6(1):71-80. https://doi.org/10.1080/00103627509366547
- Dede OH, Dede G, Özdemir S, Abad M. 2011. Physicochemical characterization of hazelnut husk residues with different decomposition degrees for soilless growing media preparation. Journal of Plant Nutrition, 34(13): 1973-1984. doi.org/10.1080/01904167.2011.610484
- Demir Z, Kiran S 2020. Effect of vermicompost on macro and micro nutrients of lettuce (*Lactuca Sativa Var. Crispa*) under salt stress conditions. KSU Journal of Agriculture and Nature 23 (1): 33-43, DOI:10.18016/ksutarimdoga.vi.579695.
- Demiral MA. 2017. Effect of salt stress on concentration of nitrogen and phosphorus in root and leaf of strawberry plant. Eurasian Journal of Soil Science, 6 (4): 357 – 364. Doi: 10.18393/ejss.319198.
- Diacono M, Montemurro F. 2015. Effectiveness of organic wastes as fertilizers and amendments in salt-affected soils. Agriculture, 52: 221–230. https://doi.org/10.3390/agriculture5020221.
- Doğru A, Canavar S. 2020. Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. Academic Platform Journal of Engineering and Science, 8(1): 155-174. doi: 10.21541/apjes.541620.
- Duggan T, Jones P. 2016. Lettuce (*Lactuca sativa 'Webb's Wonderful'*) shoot and root growth in different grades of compost and vermicomposted compost. Acta Horticulturae, 1146: 33-39. Doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1146.4
- El-Dakak R, El-Agga W, Badr G, Helaly A, Tammam A. 2021. Positive salt tolerance modulation via vermicompost regulation of *sosl* gene expression and antioxidant homeostasis in vicia faba plant. Plants, 10(11): 2477. https://doi.org/10.3390/plants10112477
- ElFayomy A, Yousry MM, El-Beairy UA. 2021. Response of lettuce to humic acid and salt stress condition under soilless culture system. Journal of the Advances in Agricultural Researches (JAAR) Volume: 26 (1):20-38. DOI: 10.21608/jalexu.2021.165362
- El-Shakweer MHA, El-Sayad EA, Ejaz MSA. 1998. Soil and plant analysis as a guide for interpretation of the improvement efficiency of organic conditioners added to different soils in Egypt. Communications in Soil Science and Plant Analysis 29(11-14): 2067-2088. https://doi.org/10.1080/00103629809370094
- Farshadfar E, Mohammadi R, Farshadfar M, Dabiri S. 2013. Relationships and repeatability of drought tolerance indices in wheat-rye disomic addition lines. Australian Journal of Crop Science, 7(1):130-138.
- Gopinath KA, Supradip Saha MBL, Pande H, Kundu S, Gupta HS, Gupta HS. 2008. Influence of organic amendments on growth, yield and quality of wheat and on soil properties during the transition to organic production. Nutrient Cycling in Agroecosystem, 82(1): 51–60. https://doi.org/10.1007/s10705-008-9168-0.
- Gul A, Oztekin GB, Tuzel Y, Tuzel IH, Tepecik M. 2020. Effects of salinity on iceberg lettuce production in floating hydroponics. Acta Horticulturae 1273:75–84. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1273.11
- Gülser C, Minkina T, Sushkova S, Kızılkaya R. 2017. Changes of soil hydraulic properties during the decomposition of organic waste in a coarse textured soil. Journal of Geochemical Exploration 174, 66–69. doi: 10.1016/j.gexplo.2016.05.014
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A. 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1514. ISBN 975-482-516-5.
- Johnson CM, Ulrich A. 1959. Analytical Methods for Use in Plant Analysis, II. California Agricultural Experiment Station. Bull. 766.
- Kabay T, Alp Y, Sensoy S. 2018. Effect of vermicompost application on some plant characteristics in lettuce (*Lactuca Sativa L.*). Fresenius Environmental Bulletin, 27(12B): 9942-9948.
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241. ISBN 978-605-395-036-3.
- Kacar B. 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın No: 1387. ISBN 978-605-395-184-1
- Kacar B, Kütük C. 2010. Gübre Analizleri. Nobel Yayın No: 1497. ISBN 978-605-395-306-7
- Kacar B, Katkat AV, Öztürk Ş. 2020. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın No: 608. ISBN 978-605-133-510-0
- Kandemir D, Balkaya A. 2022. Türkiye’de marul yetiştiriciliği, sorunları ve çözüm önerileri. Tarım Gündem Dergisi, 12(67):54-58. www.tarimgudemdergisi.com. (erişim tarihi: 15.12.2022)
- Kiran S. 2018. Effects of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical parameters of Lettuce (*Lactuca sativa var. crispata*) under drought stress. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 47 (2):352–8. doi: 10.15835/nbha47111260.

- Kiyas Ü. 2020. Farklı Leonardit ve Tuz Seviyelerinin Fasulyenin (*Phaseolus Vulgaris L.*) Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye.
- Kızılkaya R, Aşkın T, Tarakcioglu C, Durmuş ÖTK, Durmuş M. 2015. The Soil Microbial Activities Influenced by Hazelnut Husk Compost Application. In: Shein E (editor). International Soil Congress On "Soil Science in International Years of Soils 2015", Sochi, Russia, 19-23 October 2015, pp. 212-216.
- Kızılkaya R, Şahin N, Aşkın T, Tarakcioglu C. 2014. Atık fındık zürufunun mikrobiyal biyoteknolojik teknikler ile kompostlanması. Tübitak Projesi Kesin Raporu. Program kodu:1001. Proje no: 111O698.
- Korkmaz K, Akgün A, Kırılı A, Özcan MM, Dede Ö, Kara ŞM. 2020. Effects of gibberellic acid and salicylic acid applications on some physical and chemical properties of rapeseed (*Brassica napus L.*) grown under salt stress. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8(4): 873-881. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i4.873-881.3044>
- Kumari R, Bhatnagar S, Deepali, Mehla N, Vashistha A. 2022. Potential of organic amendments (AM fungi, PGPR, vermicompost and seaweeds) in combating salt stress – A review. Plant Stress 6: 100111. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2022.100111>
- Libutti A, Trotta V, Rivelli AR. 2020. Biochar, vermicompost, and compost as soil organic amendments: Influence on growth parameters, nitrate and chlorophyll content of swiss chard (*Beta vulgaris L. var. cycla*). Agronomy. 10(3): 346. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy10030346>
- Liu L, Shelp BJ. 1996. Impact of chloride on nitrate absorption and accumulation by broccoli (*Brassica oleracea var. italica*). Canadian Journal of Plant Science, 76, 367–377.
- Maksimovic I, Ilin Z. 2012. Effects of Salinity on Vegetable Growth and Nutrients Uptake. In: Lee S (editor). Irrigation Systems and Practices in Challenging Environments. London, UK: IntechOpen Limited. Pp. 169-190. Doi:10.5772/1222. ISBN: 978-953-51-0420-9 (Online).
- Ondrasek G, Rengel Z, Maurovic N, Kondres N, Filipovic V, Savic R, Blagojevic B, Tanaskovic V, Gergichevich CM, Romc D. 2021. Growth and element uptake by salt-sensitive crops under combined NaCl and Cd stresses. Plants, 10(6): 1202. doi: 10.3390/plants10061202
- Özenç DB. 2008. Growth and transpiration of tomato seedlings grown in hazelnut husk compost under water-deficit stress, Compost Science & Utilization, 16(2): 125-131. doi: 10.1080/1065657X.2008.10702367
- Paes EC, Bahia BL, Fabiane Dias FPM, Bispo AN, Rocabado JMA, Nóbrega RSA, César J, Nóbrega A. 2023. Successive lettuce cultivation on organic substrates, Journal of Plant Nutrition, 46(2): 219-231. doi: 10.1080/01904167.2022.2067057
- Papathanasiou F, Papadopoulos I, Tsakiris I, Tamoutsidis E. 2012. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa L.*). Journal of Food, Agriculture & Environment, 10(2): 677-682.
- Rafiq A, Nusrat J. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Helianthus annuus L.*) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 41(3): 1373–1384. [https://www.pakbs.org/pjbot/abstracts/41\(3\)/42.html](https://www.pakbs.org/pjbot/abstracts/41(3)/42.html)
- Sarıyıldız T. 2020. Effects of leonardite and mineral fertilizer applications on plant growth and soil quality of garlic (*Allium sativum L.*). Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8(8): 1763-1772. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1763-1772.3504>
- Shin YK, Bhandari SR, Jo JS, Song JW, Cho MC, Yang EY, Lee JG. 2020. Response to salt stress in lettuce: Changes in chlorophyll fluorescence parameters, phytochemical contents, and antioxidant activities. Agronomy 10(11): 1627. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111627>
- Taban S, Turan M. 2012. Bitki Besleme. In: Karaman MR (editor). Organik Tarımda Bitki Besleme Yönetimi. Ankara. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi:2, s. 475-553. ISBN:978-605-87103-2-0.
- Tahat MM, Alananbeh K, Othman Y, Leskovar D. 2020. Soil health and sustainable agriculture. Sustainability 12(12): 4859. <https://doi.org/10.3390/su12124859>
- Tammam AA, Shehata MRAM, Pessaraki M, El-Agagan WH. 2023 Vermicompost and its role in alleviation of salt stress in plants – I. Impact of vermicompost on growth and nutrient uptake of salt-stressed plants. Review. Journal of Plant Nutrition, 46(7): 1446-1457. doi: 10.1080/01904167.2022.2072741
- Tarakcioglu C, Inal, A. 2002. Changes induced by salinity, demarcating specific ion ratio (Na/Cl) and osmolality in ion and proline accumulation, nitrate reductase activity, and growth performance of lettuce. Journal of Plant Nutrition, 25 (1): 27-41. doi:10.1081/PLN-100108778
- Tarakçıoğlu C, Özenç DB. 2022. Farklı yetiştirme ortamına uygulanan vermikompostun marul bitkisinin gelişimi ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 10(11): 2204-2212. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i11.2204-2212.5492>.
- Tuğa H, Üzal Ö, Yaşar F. 2021. Bazı organik materyallerin kıvrıkcık yaprak salata (*Lactuca sativa var. Crispa*)' da verim ve bitki besin elementi içeriklerine etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 24 (3): 495-504. Doi:10.18016/ksutarimdog.a.vi.728899
- TUIK, 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249> Erişim Tarihi: 15.12.2022).
- Tunçtürk M, Tunçtürk R, Oral E, Baran İ. 2020. Humik asitin baklada (*Vicia faba L.*) tuz (NaCl) stresinin azaltılması üzerine etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(3): 2168-2179. doi: 10.21597/ijst.709665
- Turhan A, Kuscu H, Ozmen N, Serbeci MS, Demir AO 2014. Effect of different concentrations of diluted seawater on yield and quality of lettuce. Chilean Journal of Agricultural Research, 74(1):111-116. doi:10.4067/S0718-58392014000100017
- Wako FL, Muleta HD. 2023 The role of vermicompost application for tomato production: A review. Journal of Plant Nutrition, 46(1): 129-144, doi: 10.1080/01904167.2022.2035751.
- Walpola BC, Arunakumara KKIU. 2010. Effect of salt stress on decomposition of organic matter and nitrogen mineralization in animal manure amended soils. Journal of Agricultural Sciences Sri Lanka, 51(1): 9–18. <https://doi.org/10.4038/jas.v5i1.2319>.
- Xu C, Mou B. 2016. Vermicompost affects soil properties and spinach growth, physiology, and nutritional value. Hortscience, 51(7):847–855. Doi:10.21273/HORTSCI.51.7.847
- Yağmur B, Aydın Ş, Yeğenoğlu ED. 2022. The importance of salt stresses in plants. In: Çelik A, Baran MF, Bellitürk K (editors). Innovative agricultural and environmental solutions. İksad Yayınevi. pp.199-216. ISBN:978-625-6955-73-8.
- Yan B, Dai Q, Liu X, Huang S, Wang Z. 1996. Flooding-induced membrane damage, lipid oxidation and activated oxygen generation in corn leaves. Plant and soil 179(2):261-268. doi:10.1007/BF00009336
- Zurbano LY. 2018. Response of lettuce (*Lactuca sativa*) on saline soil amended with vermicompost and pulverized eggshell. Indian Journal of Science and Technology, 11(46):1-8. doi: 10.17485/ijst/2018/v11i46/127376.